

## LINEAR MOTOR

Publication number: JP11127569

Publication date: 1999-05-11

Inventor: TAKETOMI MASAKI

Applicant: HITACHI METALS LTD; HITACHI KINZOKU KIKO KK

Classification:

- international: **H02K33/18; H02K41/02; H02K33/18; H02K41/02;**  
(IPC1-7): H02K41/02; H02K33/18

- european:

Application number: JP19970290608 19971023

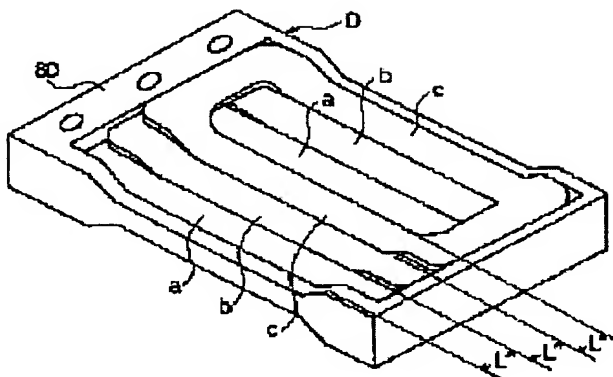
Priority number(s): JP19970290608 19971023

[Report a data error here](#)

### Abstract of JP11127569

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To reduce a calorific value of an armature coil formed by stacking flat coils in multiple phases by installing a plurality of permanent magnets on a yoke, and passing drive current through the armature coil formed in the magnetic gap, so that the permanent magnets and the armature coil can be moved relative to each other.

**SOLUTION:** Moving coils are formed by stacking flat coils a, b, c in multiple phases. Windings such as the flat coil a are formed in a plane in the longitudinal direction orthogonal to magnetic flux. In the portions of both the magnetic flux flow sandwiched between the permanent magnets, moving coils are formed so that their thickness is constituted in one phase. The upper and lower ends of the moving coils are thicker by a value worth three phases of the flat coils a, b, c. The moving coils are formed on both the sides of a coil frame in three phases so that the three flat coils a, b, c are shifted by the coil width L and the thickness of the central portion is worth the thickness of one phase. The coil frame is formed of non-magnetic material in order to prevent the production of thrust ripples.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-127569

(43) 公開日 平成11年(1999) 6月11日

(51) Int.Cl.<sup>6</sup>

識別記号

F I

H 0 2 K 41/02  
33/18

H 0 2 K 41/02  
33/18

Λ  
Λ

審査請求 未請求 請求項の数 2 O L (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願平9-290608  
(22) 出願日 平成9年(1997)10月23日

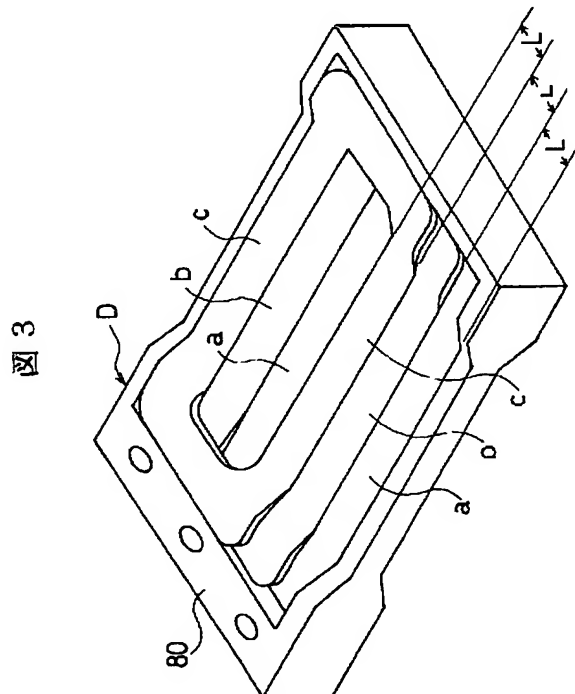
(71) 出願人 000003083  
日立金属株式会社  
東京都千代田区丸の内2丁目1番2号  
(71) 出願人 39302/383  
日立金属機工株式会社  
群馬県多野郡吉井町多比良2977番地  
(72) 発明者 武富 正喜  
群馬県多野郡吉井町多比良2977番地 日立  
金属機工株式会社内  
(74) 代理人 弁理士 筒井 大和 (外2名)

(54) 【発明の名称】 リニアモータ

(57) 【要約】

【課題】 リニアモータの可動コイルなどの電機子コイルにおける通電時の発熱量を抑えることである。

【解決手段】 偏平コイルa、b、cからなる多相構成の可動コイルのコイルフレーム80の板面に平に設ける偏平コイルaに平角線を使用する。その上に構成する他の偏平コイルb、cには丸線を使用して、駆動電流通電時の可動コイルの発熱量を抑えることにより、リニアモータの永久磁石側の熱減磁による推力低下を防止する。



BEST AVAILABLE COPY

**【特許請求の範囲】**

【請求項1】 隣接する磁極の極性が相互に異なり、かつ異なる極性の磁極が対向するように、磁気空隙を介してヨークに配置された複数の永久磁石と、この磁気空隙内に設けられた電機子コイルとを有し、前記電機子コイルは、複数の偏平コイルのそれぞれの中央部がコイル幅分順次ずらされて同一平面上に、前記中央部が一相分の厚さになるように配列されて、前記電機子コイルに駆動電流を流すことにより、前記永久磁石と前記電機子コイルとを相対的に移動させるようにしたリニアモータであって、

前記電機子コイルの偏平コイルに平角線が使用されていることを特徴とするリニアモータ。

【請求項2】 請求項1記載のリニアモータにおいて、前記平角線は、複数配列される偏平コイルのうち、コイルフレームに平に配置される偏平コイルに使用されていることを特徴とするリニアモータ。

**【発明の詳細な説明】**

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、永久磁石と電機子コイルとを相対的に移動させる方式のリニアモータで、電機子コイルに平角線を使用して通電時の発熱量を抑える技術に関する。

【0002】

【従来の技術】従来より、長ストロークを移動し、位置決めを行うための駆動装置として、隣接する磁極が相互に異なるように着磁され、異なる極性の磁極が対向するように磁気空隙を介してヨークに固着配置された複数の永久磁石と、この磁気空隙内に設けられた電機子コイルとを有し、前記電機子コイルに駆動電流を流すことにより、永久磁石と電機子コイルとを相対的に移動させるように構成したリニアモータが知られている。

【0003】かかる構成のリニアモータには、永久磁石側を一定の磁気空隙を設けて対面固定して、この磁気空隙内に電機子コイルを移動させるようにした可動コイル型リニアモータと、逆に電機子コイル側を固定して、永久磁石側を移動させるようにした可動磁石型リニアモータの両形式がある。

【0004】例えば、従来の可動コイル型リニアモータでは、隣接する磁極の極性、および対向する磁極の極性を相互に異なるように配置し、かつ長手方向に一樣な空隙を有した磁気帯路部と、上記磁気空隙部の磁束と巻線方向とが直交するようなコイルを複数個積層した偏平コイル部との組合せからなっている。

【0005】かかる構成では、連続して長ストロークを移動させるため、少なくとも2個以上のコイルをずらして配置し、いわゆる多相コイルとして構成し、磁極の方向を境界検出素子で検出して、電流を流すコイル及びその方向を切り換えている。

【0006】永久磁石の境界に位置しているコイルには

電流を流さないため、できるだけ多相コイルに構成して、順次切り換えて駆動できるようにした方がよい。例えば、N相コイルの場合には、コイル全長のN分の(N-1)部分で電磁力が発生するため、多相にするほど大きくかつリップルの小さい電磁力が発生することとなる。

【0007】しかし、一方では、偏平コイルを相数分多層に積層することとなるため、その分磁気回路部の磁気空隙を広げなければならない。通電するコイルの部分が長くなる反面、磁気空隙が広くなる分磁束密度が低下するので、結果的には電磁力を効率よく発生させることができない。

【0008】そこで、磁気空隙を小間隔に維持しつつ、単位磁石当たりのコイル巻数を多くして、大きな移動力が得られるように、偏平コイルを多相に構成するに際して、それぞれの偏平コイルの中央部をそれぞれのコイル幅分ずらして同一平面上に配列し、偏平コイルの中央部を一相分の厚さに規制する手段がとられる。

【0009】一方、このようにして磁気空隙を広げることなく複数の偏平コイルを多相に構成させることはできたが、多相に構成した分通電時のコイルの発熱量が大きくなり、今度はかかる点の解決が求められた。コイルの発熱は、狭い磁気空隙を介して配置されている永久磁石に伝えられ、永久磁石では熱減磁により発生磁束が減少して、リニアモータの推力が低下する。

【0010】さらに、コイルの発熱は、コイル自体の電気抵抗を上昇させ、ジュール熱の損失を増大させる結果となり、実効電力の減少に繋がる。

【0011】そのため、発熱による弊害が実際上問題とならないようにするためには、コイルへの通電量を抑え、その分、リニアモータの推力をある程度犠牲にせざるをえない。

【0012】さらに、コイルの発熱による雰囲気温度の上昇により、リニアガイドが熱変形して位置決め精度が低下する場合があることも報告されている。

【0013】かかる発熱による弊害を防ぐ手段として、空冷あるいは水冷によるコイルの冷却手段が種々提案されている。

【0014】空冷方式では、例えば可動磁石型リニアモータにおいて、界磁マグネットの磁路を閉じるためのヨークの一部を除去し、界磁マグネットの配置されていないヨーク部に透孔を設けて、この透孔を介してスタータ電機子側に冷風を送るための冷却ファンを設ける手段が知られている(特開平6-165472号)。

【0015】あるいは、可動磁石型リニアモータにおいて、界磁マグネットとヨークとからなる可動子を分割しておき、この分割した可動子間にコアレスステータ電機子側に送風用の冷却ファンを設ける手段もある(特開平6-165474号)。

【0016】水冷方式としては、コイルを直接冷媒によ

り冷却する手段が知られている（実開平6-41381号）。冷媒供給口と冷媒排気口とを設けた気密容器内にコイルを収納し、水などの冷媒を供給してコイルを直接冷却し、排出して放熱器で放熱した冷媒を再び容器に戻す方式である。

【0017】さらには、間接的に冷媒で冷却する水冷式の方法も知られている。例えば、空心のあるコイルを平面状、かつ梯子状に配置した電機子の幅方向の両端部に、長尺支持部材を設け、この長尺支持部材中に冷媒を流す方法である。コイルから伝熱により長尺支持部材に伝わった熱を冷媒で間接的に除去する手段である。

【0018】

【発明が解決しようとする課題】従来のリニアモータは、その内部は気流が流れやすい構造にはなっていないため、空冷方式では、十分かつ均一な冷却が期待できない場合がある。さらに、空冷方式では、冷却ファンの設置スペースが必要となり、小型化が図りにくい。

【0019】一方、コイルを直接冷媒で冷却する水冷方式では、空冷方式に比べて十分に均一な冷却が行える反面、コイルを冷却する容器の外に界磁マグネットを設置するため、コイルと界磁マグネットを十分に接近させることができない。その結果、リニアモータの推力が制限される。

【0020】さらに、コイルが冷媒と直接接触する上記水冷方式では、冷媒に水を使用するとコイルにおける錆の発生が問題となり、また、油を使用すると防爆の点で安全性が問題となる。

【0021】一方、間接的に冷媒で冷却する水冷方式では、かかる直接式における問題点は避けられるものの、冷却面積が十分にとれず、その分冷却効率が劣るという問題がある。また、コイルの冷却速度は、コイルの伝熱速度、電機子に設ける長尺支持部材の伝熱速度、コイルと長尺部材との接触面の伝熱速度が律速となるため、十分なコイル冷却が期待できない場合もある。

【0022】本発明の目的は、リニアモータにおける偏平コイルを多相構成した電機子コイルの発熱量を抑えることができるようにすることにある。

【0023】本発明の前記ならびにその他の目的と新規な特徴は、本明細書の記述および添付図面から明らかになるであろう。

【0024】

【課題を解決するための手段】本願において開示される発明のうち、代表的なものの概要を簡単に説明すれば、以下のとおりである。

【0025】すなわち、本発明では、まず、相隣の磁極の極性が相互に異なるように、かつ異なる極性の磁極が対向するように、磁気空隙を介してヨークに配置された複数の永久磁石と、この磁気空隙内に設けられた電機子コイルとを有し、この電機子コイルに駆動電流を流すことにより、永久磁石と電機子コイルとを相対的に移動

できるように可動コイル型リニアモータ、または可動磁石型リニアモータを構成しておく。

【0026】さらに、上記構成のリニアモータに使用される電機子コイルを、複数の偏平コイルをそれぞれの中中央部をコイル幅分ずらして配列する多相コイルに構成したので、この電機子コイルを構成する偏平コイルに平角線を使用して、同一通電量、同一口径、同一断面積で、丸線を使用する場合よりも、通電時の発熱量を抑えることができる。

【0027】平角線の巻線では、丸線に比べて同一スペースでも断面部分に線間の不要な空隙が発生せず、実質的にコイル導線の断面積を大きくしたと同様の効果が得られる。特に、平角線は、曲げ加工が面倒であるため、多相構成にされている偏平コイルのうち平に配置される偏平コイルに限って使用すればよい。

【0028】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態を図面に基いて詳細に説明する。

【0029】本実施の形態では、電機子コイル10を可動コイル10aに構成した可動コイル型リニアモータを例にとり説明する。

【0030】かかる可動コイル型リニアモータでは、図1に示すように、複数の永久磁石20を長手方向に配置して走行路を形成する静止部Aが設けられている。

【0031】静止部Aは、中央に一定間隔の磁気空隙が直線状に磁気空隙路30として構成されるように、直線状の磁石帯路40が対面して設けられている。

【0032】両側に設けた磁石帯路40のそれぞれは、直方体の永久磁石20をその磁極を順次反転させて、隣接する磁極同士が互いに異極となるように一列に密着させられて形成されている。個々の永久磁石20は、サイドヨーク50に上記要領で配列固定されて、直線状の磁石帯路40をそれぞれ形成している。

【0033】永久磁石20のサイドヨーク50への固定は、接着剤を使用した接着固定でもよいし、あるいは修理時の取外しができるようにビス止めにより固定しても構わない。

【0034】このようにして構成した直線状の磁石帯路40に対面して、所定間隔の磁気空隙あけて、もう一方の側の磁石帯路40が、上記要領で永久磁石20をサイドヨーク50に固定することにより形成されている。

【0035】さらに、磁石帯路40を構成するそれぞれの永久磁石20は、間に磁気空隙路30を挟んで、異なる極性の磁極が対向するように配列されている。

【0036】一方、上記要領で中央に所定間隔の磁気空隙をあけて直線状に対面配列させた両磁石帯路40は、その両端側がエンドヨーク60に、その下端側がプレート70（図2）上に一体に組み付けられて、全体として静止部Aが形成されている。

【0037】また、上記構成のサイドヨーク50、エン

ドヨーク60、プレート70は、軟鋼などの強磁性材料により形成されている。

【0038】このようにして構成された静止部Aでは、対面する永久磁石20、隣接する永久磁石20のそれぞれの磁極が異極となるように構成されているので、図1に示すような磁束線Bが発生する。これに併せて、両磁石帯路40間に形成された直線状の磁気空隙路30には、その長手方向に垂直な磁束が存在している。

【0039】一方、上記構成の磁気空隙路30に沿って可動子Cに構成した電機子コイル10を移動させる可動部Dは、図2に示すように、両磁石帯路40の対面する永久磁石20間の磁気空隙路30に設けた可動コイル10a(10)と、コイル固定治具11と、そのコイル固定治具11側に設けたテーブル12と、リニアガイド13とから構成されている。

【0040】可動コイル10aは、コイル固定治具11によりテーブル12に固定されて、さらに、テーブル12に固定されているリニアガイド13の下開口の断面略凹型に形成されたスライダ部14で、静止部Aに固定されている断面略凸型の軌道台15と噛み合わされ、軌道台15に沿って移動できるようになっている。

【0041】上記可動コイル10aは、図3に示すように、偏平コイルa、b、cを多相に重ねて形成されている。偏平コイルa等の巻線は、磁束に直交した長手方向の面内に構成されている。

【0042】さらに、両磁石帯路40の永久磁石20間に挟まれる部分では、可動コイル10aは、図2、4、5に示すように、一相の厚さに構成されている。また、可動コイル10aの上下端部側は多相に重ねた偏平コイルa、b、cの3相分厚くなっている。

【0043】可動コイル10aは、図3、4に示すように、本実施の形態では、コイルフレーム80の両面に、3個の偏平コイルa、b、cがコイル幅L分ずつずらされて、中央部分が一相分の厚さになるように3相に構成されている。

【0044】コイルフレーム80は、推力リップルの発生を防止するため、非磁性材料により形成されている。表面にアルマイト処理を施して絶縁性を付与したアルミニウム合金を基材として、その表面に、例えばガラス入りエポキシ樹脂などの合成樹脂基板を装着して、この合成樹脂基板面に偏平コイルa、b、cが3相に設けられている。

【0045】上記構成のコイルフレーム80の中央の平坦面上に、偏平コイルa(図中、右上がり斜線表示)が平面的に設けられている。かかる偏平コイルaに、平角線が使用されている。偏平コイルaのコイル幅Lは、本実施の形態では、永久磁石20の長さの3分の1の幅に設定され、巻線で囲まれた中央空き部分(破線表示)Eは、コイル幅Lの2倍の幅2Lになるように設定されている。

【0046】かかる偏平コイルaに、巻線に曲げ変形させ易い丸線を使用した偏平コイルbが、中央部をコイル幅L分ずらして重ねられている。偏平コイルb(図中、散点表示)は、図4に示すように、偏平コイルbの巻線が偏平コイルaの中央空き部分Eに入るように、コイル幅L分ずらして設けられている。

【0047】偏平コイルaの中央空き部分Eでは、図5(a)に示すように、偏平コイルaと偏平コイルbとが互いに重なることはないので1相分の厚さとなるが、偏平コイルaの上下部分では、図5(b)に示すように、偏平コイルbが重なり2相分の厚さとなっている。

【0048】このようにして2相分重ねられた偏平コイルa、bの上に、図3、4に示すように、さらに偏平コイルc(図中、右下がり斜線表示)が重ねられて3相に構成されている。

【0049】3相目の偏平コイルcには、偏平コイルbと同様に曲げ変形させ易い丸線が使用され、偏平コイルaの中央空き部分Eにコイル幅L分ずらして先に並べた偏平コイルbの横に、さらにコイル幅L分ずらして設けられている。偏平コイルa、b、cが、偏平コイルaの中央空き部分に3相並べて設けられている。

【0050】従って、偏平コイルaの中央空き部分Eでは、図5(c)に示すように、3個の偏平コイルa、b、cは重なることなく、1相分の厚さになっている。一方、偏平コイルaの上下部分では、図3、5(c)に示すように、順次、偏平コイルb、cが重ねられ、3相分の厚さになっている。

【0051】かかる偏平コイルa、b、cの3相の重なりは、図5に示すように、コイルフレーム80の両面に構成されている。

【0052】なお、多相に構成する偏平コイルの数は、3個に限る必要はなく、4個以上使用しても構わない。さらには、コイルフレーム80の片面側にのみ偏平コイルを設けるようにしても構わない。

【0053】また、上記説明の可動部Dでは、両側の磁石帯路40のサイドヨーク50に挟まれた状態で中央に磁気空隙路30を一本構成したが、サイドヨーク50の中央にセンターヨークを設けて磁気空隙路30を二本平行に通し、両磁気空隙路30に上記要領で可動コイル10aを移動できるようにしておいても構わない。

【0054】図5(a)では、コイルフレーム80の両面に、偏平コイルaが平に設けられている。図5(b)では、上記コイルフレーム80の両面に平に設けた偏平コイルaの上に、中央空き部分Eでは重ねずに、上下部分を重ねて偏平コイルbが重ねられている。図5(c)では、上記コイルフレーム80の両面に平に設けた偏平コイルa、それに重ねた偏平コイルbの上に、中央空き部分Eでは重ねずに、上下部分を重ねて偏平コイルcが重ねられている。

【0055】また、上記構成の偏平コイルa、b、c

は、可動コイル10aとして磁気空隙路30を移動するに際して、可動コイル10aが通過して行くにつれて両側の磁石帯路40側の永久磁石20の磁極の極性が順次逆になって行くが、かかる極性の逆になるのに追従して、可動コイル10aに電流が順次逆向きに流れるように、電源側に接続されている。

【0056】かかる電源側への接続は、例えば、磁気検出素子や、光学的位置検出素子を使用して位置検出し、その検出信号に基づいてそれぞれの偏平コイルaなどへの電流の向きを変えるように構成されている。

【0057】このようにして、本実施の形態の可動コイル10aは、図4に示すように、両磁石帯路40の対面する永久磁石20間の磁気空隙に収められる部分は、偏平コイルaの1相分の厚さに抑え、その磁気空隙から外れる部分が3相に重なった構成に形成されている。

【0058】一方、偏平コイルを3相に構成した従来の可動コイル10aでは、全ての偏平コイルに丸線が使用されているが、本実施の形態では、コイルフレーム80に平に設ける偏平コイルaには、平角線が使用されている。

【0059】そのため、従来構成の可動コイルとは異なり、平角線を使用した方が線間の未使用スペースがなく、同一断面積で丸線を使用する場合よりも、実質的に導線を太くしたのと同様の効果が発生し、丸線を使用した偏平コイルb、cよりも発熱量を低く抑えることができる。

【0060】このようにして、本実施の形態のリニアモータでは、従来の多相偏平コイルからなる可動子コイルに比して、発熱量を低く抑えることができる分、永久磁石20の温度上昇を防止して、熱減磁による推力低下を防止することができる。

【0061】なお、上記実施の形態では、多相構成する偏平コイルa、b、cでは、その上下部分で3相に重なった構成にしたが、磁気空隙から外れる上下部分では、偏平コイルa、b、cは必ずしも重ねなくてもよい。

【0062】磁気空隙路30を外れた上下空間側では、左右に永久磁石20などが迫っていない自由空間であるため、構成上許される範囲内で、偏平コイルa、b、cの形状は自由な構成が考えられる。例えば、図6の断面図に示すように、偏平コイルa、b、c間に空間を設けて、各偏平コイルa、b、cの放熱が起きやすいように構成しても構わない。

【0063】かかる構成の偏平コイルa、b、cからなる可動コイル10aを有する可動コイル型リニアモータは、以下のようにして作動する。

【0064】図7に示すように、偏平コイルa（図中、右上がりの斜線表示）、偏平コイルb（図中、散点表示）に、同方向の駆動電流を流すと、図中（A）で示すように、偏平コイルa、bに紙面右向き方向（矢印方向）に力が作用して可動コイル10aが移動する。偏平

コイルa、bに流す電流方向を、図中a'、b'で示す。

【0065】次に、偏平コイルaが二番目の永久磁石20の中央位置まで移動すると、その位置を例えば磁気検出素子などで検出して、偏平コイルa、bへの駆動電流の印加が、上記要領で、偏平コイルb、cの駆動電流の印加へと変えられる。偏平コイルb、cの電流方向をそれぞれb'、c'で示す。

【0066】このようにして駆動電流の印加を偏平コイルb、c側に変えることにより、図中（B）で示すように、偏平コイルb、cに紙面右向き方向（矢印方向）に力が作用して、可動コイル10aは図中（C）に示す位置まで移動する。

【0067】かかる要領で、偏平コイルa、b、偏平コイルb、cと、順次駆動電流の切り換えを行うことにより、可動コイル10aは連続的に磁気空隙路30を移動することができる。

【0068】本実施の形態では、可動コイル型リニアモータを代表例として説明したが、可動磁石型リニアモータの固定側に使用される電機子コイルに、上記要領で平角線を使用した多相コイルを適用しても同様である。

【0069】以上、本発明者によってなされた発明を実施の形態に基づき具体的に説明したが、本発明は前記の形態に限定されるものではなく、その要旨を逸脱しない範囲で種々変更可能であることはいうまでもない。

【0070】

【発明の効果】本願において開示される発明のうち、代表的なものによって得られる効果を簡単に説明すれば、以下のとおりである。

【0071】（1）．本発明では、電機子コイルを構成する多相コイルの偏平コイルに平角線を使用しているため、従来のように丸線のみを使用している場合に比べて、可動時の電機子コイルの発熱量を抑えることができる。

【0072】（2）．本発明では、多相コイルに構成された電機子コイルのコイルフレームに平に設けられる方の偏平コイルに平角線を使用しているので、平角線の曲げ加工を省くことができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明のリニアモータの一実施の形態を示す平面構成図である。

【図2】本発明のリニアモータの可動部の構成を示す断面図である。

【図3】可動コイルにおける多相コイルの構成を示す斜視図である。

【図4】可動コイルにおける多相コイルの構成を示す平面図である。

【図5】（a）は、図4の可動コイルにおける多相コイルの構成を示すA-A線による断面図である。（b）は、図4の可動コイルにおける多相コイルの構成を示す

B-B線による断面図である。(c)は、図4の可動コイルにおける多相コイルの構成を示すC-C線による断面図である

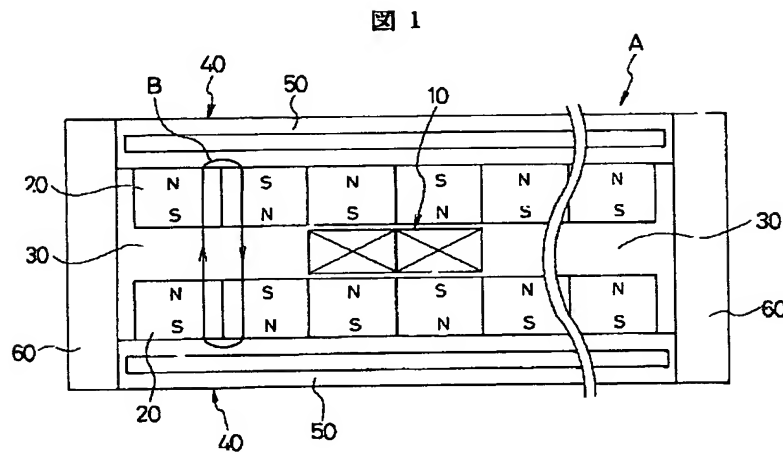
【図6】偏平コイルの多相構成の変形例を示す断面図である。

【図7】リニアモータの作動状況を示す説明図である。

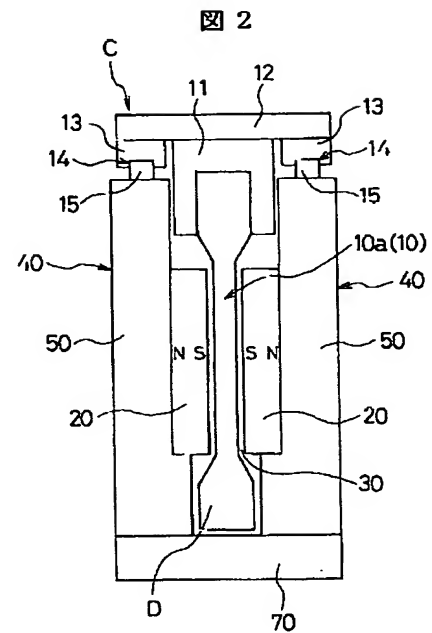
【符号の説明】

- |     |         |    |         |
|-----|---------|----|---------|
| 10  | 電機子     | 30 | 磁気空隙路   |
| 10a | 可動コイル   | 40 | 磁石帯路    |
| 11  | コイル固定治具 | 50 | サイドヨーク  |
| 12  | テーブル    | 60 | エンドヨーク  |
| 13  | リニアガイド  | 70 | プレート    |
| 14  | スライダ部   | 80 | コイルフレーム |
| 15  | 軌道台     | a  | 偏平コイル   |
| 20  | 永久磁石    | b  | 偏平コイル   |
|     |         | c  | 偏平コイル   |
|     |         | A  | 静止部     |
|     |         | B  | 磁束線     |
|     |         | C  | 可動部     |
|     |         | D  | 可動子     |
|     |         | E  | 中央空き部分  |
|     |         | L  | コイル幅    |

【図1】

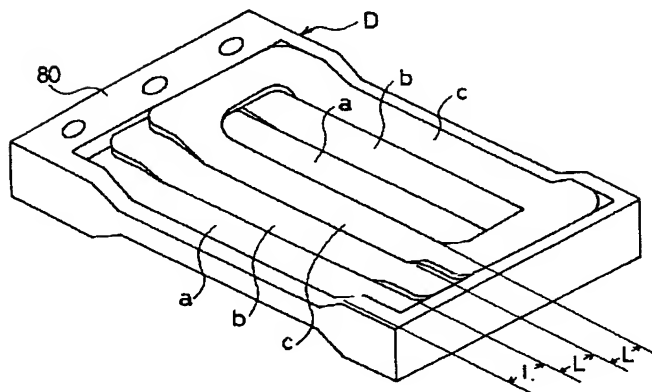


【図2】



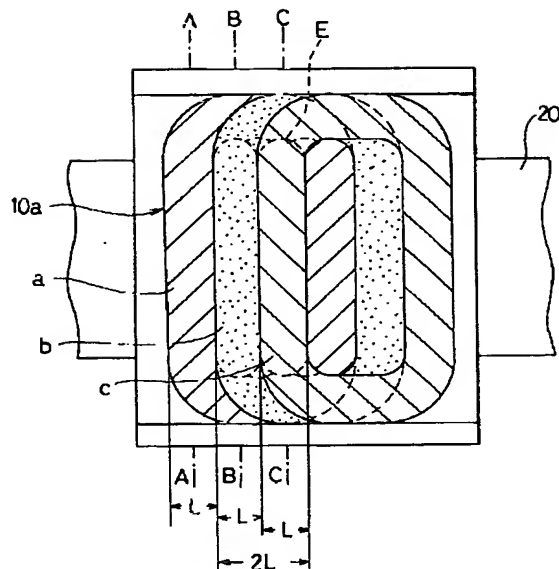
【図3】

図 3



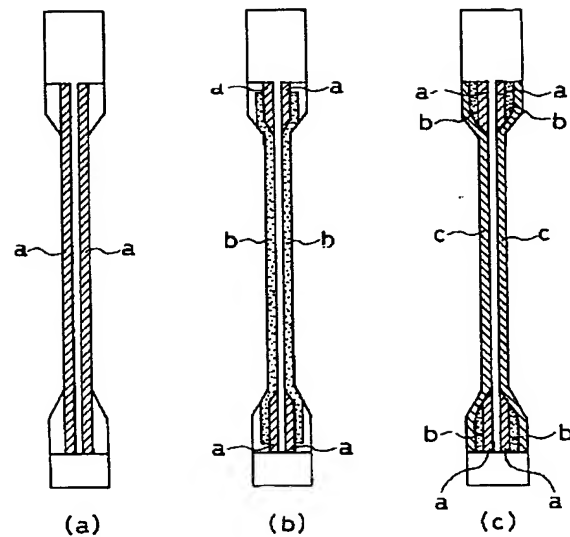
【図4】

图 4



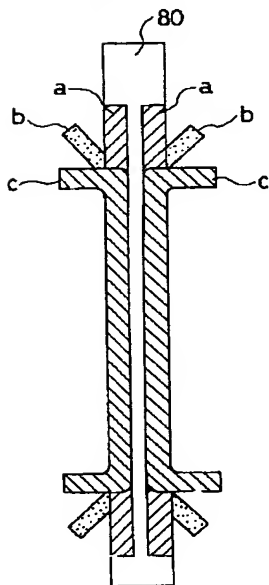
【図5】

图 5



【図6】

圖 6



【図7】

图 7

